

DOCKET NO.: 263787US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi MASHIMA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/13821

INTERNATIONAL FILING DATE: October 29, 2003

FOR: METHOD FOR PLASMA-ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION AND
APPARATUS FOR PLASMA-ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

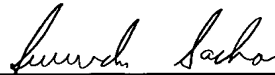
COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2002-317539

DAY/MONTH/YEAR
31 October 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/13821.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number
22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

Rec'd PCT/PTO 28 DEC 2004
PCT/JP03/13821

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.10.03

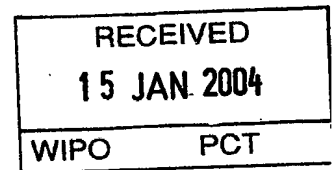
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年10月31日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-317539
[ST. 10/C]: [JP2002-317539]

出 願 人
Applicant(s): 三菱重工業株式会社

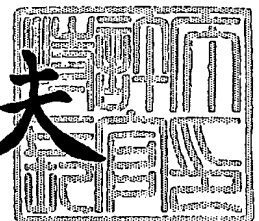


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-310018

【書類名】 特許願

【整理番号】 200202941

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明の名称】 プラズマ化学蒸着方法及びプラズマ化学蒸着装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 真島 浩

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 山田 明

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 川村 啓介

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 田頭 健二

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

【氏名】 竹内 良昭

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100112737

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 考晴

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度新エネルギー・産業技術総合開発機構太陽光発電技術研究開発 先進太陽電池技術研究開発委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908282

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ化学蒸着方法及びプラズマ化学蒸着装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前記真空製膜室の外部に位置する複数の外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置するとともに、各前記外部ケーブルに対応する複数の内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着方法であって、

前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて前記複数の給電点へ給電される高周波電力の前記給電点における位相を調整することを特徴とするプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 2】 前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて蒸着を行い、前記基板上における前記物質の蒸着状態を観察し、該観察結果に基づきさらに前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて、前記複数の給電点へ給電される高周波電力の位相を調整することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 3】 前記外部ケーブルの長さを変化させることによって、前記電気的特性を変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 4】 前記外部ケーブルの長さを 1 以上のコネクタ脱着によって変化させることを特徴とする請求項 3 記載のプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 5】 前記外部ケーブルが導体の周囲に絶縁体を有する構成とされ、該絶縁体の比誘電率を変化させることによって、前記電気的特性を変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 6】 前記外部ケーブルの絶縁体がポリテトラフルオロエチレンであることを特徴とする請求項 1～5 記載のプラズマ化学蒸着方法。

【請求項 7】 物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前

記真空製膜室の外部に位置する複数の外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置するとともに各前記外部ケーブルに対応する複数の内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置であって、

高周波電力の前記複数の給電点における位相差を調整するように各前記外部ケーブルの長さを変化させたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【請求項 8】 物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前記真空製膜室の外部に位置する複数の外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置するとともに、各前記外部ケーブルに対応する複数の内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置であって、

高周波電力の前記複数の給電点における位相差を調整するように各前記外部ケーブルの比誘電率を変化させたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物質を基板に蒸着させるためプラズマを用いて基板上に製膜するプラズマ化学蒸着方法及びプラズマ化学蒸着装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば半導体等の物質を基板に蒸着させるプラズマ化学蒸着方法は、真空製膜室を有するプラズマ化学蒸着装置を用いて次のように行われる。

該プラズマ化学蒸着装置は、真空雰囲気配置された基板と、該基板を保持するとともに接地されているアース電極と、該基板と間隔をもって平行に対向配置されたラダー型電極とを備える。このプラズマ化学蒸着装置に前記物質を含む製膜用ガスを導入すると共に、高周波電力給電回路からラダー型電極に給電し、ラ

ダー型電極と基板間にプラズマを発生させる。すると、該プラズマにより前記製膜用ガスが分解されて、前記基板上に物質が蒸着する（例えば、特許文献1参照。）。）。。

【0003】

上述のようなプラズマ化学蒸着装置では、例えば、縦方向×横方向の寸法が1[m]×1[m]を超える大面積基板を製膜するような場合、真空製膜室内で生成される膜の膜厚分布を基板全体で均一化するため、前記ラダー型電極と前記基板との間にプラズマを発生させるために印加される高周波電力の電圧分布を前記基板全体において均一化させる対策が施される。例えば、特許文献1に示されているように、高周波電力給電回路によって、同一の周波数であって、かつ、一方の高周波電力の位相が他方の高周波電力の位相と異なる前記2つの高周波電力を発生させ、ラダー型電極を構成する放電電極に複数のケーブルを介して分配供給する。これによって、膜厚の均一化の妨げとなる放電電極上の定在波の発生を抑制させるとともに、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を安定的に供給している。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-274099号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のようなプラズマ化学蒸着装置では、上述のように、放電電極上の定在波の発生を抑制させる高周波電力を安定的に供給して製膜を図っていても、ラダー型電極に起因する膜厚分布の不均衡が発生する。すなわち、ラダー電極上で、隣接する放電電極部分が左右に存在する基板中央部の放電電極部分と、隣接する放電電極部分が左右のどちらか一方にしか存在しない給電方向と直角の方向の基板端部近傍の放電電極部分とでは、その配置及び構造上、それぞれの放電電極部分が基板に与える影響が異なる。そのため、局所的な膜厚分布の不均衡が発生し、大面積基板における膜厚の分布特性が十分に改善されていないという問題があった。

また、複数の給電点に連通する複数のケーブルのセッティング誤差等の配置に起因する各ケーブル間の電気的特性の均一化が困難となって、ケーブルを伝送される高周波電力に位相差が生じることによる上述と同様の問題があった。

【0 0 0 6】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、高周波電力を伝送するケーブルの電気的特性を操作することによって、高周波電力間の位相差の発生を抑えて、膜厚の分布特性を均一化する方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

請求項 1 に記載の発明は、物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前記真空製膜室の外部に位置する複数の外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置するとともに、各前記外部ケーブルに対応する複数の内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着方法であって、前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて前記複数の給電点へ給電される高周波電力の前記給電点における位相を調整することを特徴とする。

【0 0 0 8】

このような方法とすることで、内部ケーブルを含む真空製膜室内部の構成機器の調整作業を伴わずに、高周波電力の複数の給電点における位相の調整作業が実施できて、作業性が向上する。

【0 0 0 9】

請求項 2 に記載の発明は、前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて蒸着を行い、前記基板上における前記物質の蒸着状態を観察し、該観察結果に基づきさらに前記外部ケーブルの電気的特性を変化させて、前記複数の給電点へ給電される高周波電力の位相を調整することを特徴とする。

【0 0 1 0】

このような方法とすることで、複数の給電点へ高周波電力を供給する複数の外部ケーブルのうち、位相を変化させるべき外部ケーブル及びその電気的特性パラメータが明確にされる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載のプラズマ化学蒸着方法において、前記外部ケーブルの長さを変化させることによって、前記電気的特性を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

このような方法とすることで、真空製膜室外部の調整作業によって、高周波電力の複数の給電点における位相の調整作業が実施できて、作業性が向上する。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 記載のプラズマ化学蒸着方法において、前記外部ケーブルの長さを 1 以上のコネクタ脱着によって変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

このような方法とすることで、コネクタ長さ寸法を 1 つの単位として、ケーブル長さ寸法を変化させることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載のプラズマ化学蒸着方法において、前記外部ケーブルが導体の周囲に絶縁体を有する構成とされ、該絶縁体の比誘電率を変化させることによって、前記電気的特性を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このような方法とすることで、高周波電力のケーブル間の位相のみならず波長についても調整作業が可能となる。

【 0 0 1 7 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ～ 5 記載のプラズマ化学蒸着方法において、前記外部ケーブルの絶縁体がポリテトラフルオロエチレンであることを特徴とする。

【0018】

このような方法とすることで、外部ケーブルの絶縁特性、寸法特性、及び操作性が向上する。

【0019】

請求項7に記載の発明は、物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前記真空製膜室の外部に位置する外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置する内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置であって、高周波電力の前記複数の給電点における位相差の調整部として前記外部ケーブルの長さを変化させたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【0020】

このような装置とすることで、外部ケーブルの寸法操作によって、内部ケーブルを含む真空製膜室内部の構成機器の調整作業を伴わずに、高周波電力の複数の給電点における位相の調整ができる。

【0021】

請求項8に記載の発明は、物質を含む製膜用ガスが導入された真空製膜室内に、放電電極と基板とが対向配置され、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を前記真空製膜室の外部に位置する外部ケーブルから、前記真空製膜室の内部に位置する内部ケーブルを介して、前記放電電極に備えられた複数の給電点へ給電し、前記放電電極と前記基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置であって、高周波電力の前記複数の給電点における位相差の調整部として前記外部ケーブルの比誘電率を変化させたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【0022】

このような装置とすることで、外部ケーブルの絶縁体操作によって、内部ケーブルを含む真空製膜室内部の構成機器の調整作業を伴わずに、高周波電力の複数の放電電極における位相の調整ができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態のプラズマ化学蒸着方法を実施するプラズマ化学蒸着装置の主要部の構成を示すブロック図である。

図1において、符号10は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の真空製膜室であって、真空製膜室10内には、放電電極として用意されたラダー電極11と、ラダー電極11と所定の間隔をもって対面配置され、かつ接地されているアース電極（図示せず）と、該アース電極により保持された基板12とが備えられている。

【0024】

また、真空製膜室10には、基板12への蒸着を希望するアモルファスシリコンや多結晶薄膜シリコン等の物質を含む製膜用ガスを導入するためのガス供給管13と、プラズマによる分解後のガスを排気するためのガス排気管14とが備えられている。また、真空製膜室10は、図示しないガス供給源からガス供給管13を介して製膜用ガスが供給されると共に、図示しない真空ポンプにより、ガス排気管14を介してプラズマによる分解後のガスが吸引される構成をなしている。

【0025】

ラダー電極11は、平行な複数本の縦方向電極棒11aと、この縦方向電極棒11aに平行に対面配置された一対の横方向電極棒11b、11cとが格子状に組み立てられて構成されている。ラダー電極11を構成する横方向電極棒11bには例えば8つの給電点15a～15hが設けられ、同様にラダー電極11を構成する横方向電極棒11cにも8つの給電点16a～16hが設けられている。なお、各給電点15a～15h、及び各給電点16a～16hは、それぞれ横方向電極棒11b、11cをほぼ9等分する位置にそれぞれ設けられている。

【0026】

なお、基板12が例えば1100 [mm] × 1400 [mm] 角サイズである場合は、ラダー電極11は、1200 [mm] × 1500 [mm] 角サイズ程度

の基板 12 よりも一回り大きなサイズのものを利用する。

【0027】

また、製膜用ガスを分解するためのプラズマを発生させる高周波電力をラダー電極 11 内の給電点 15 a ~ 15 h へ給電するために、真空製膜室 10 の外部に配置された電力分配器 17 A の出力端子 17 a ~ 17 h と真空製膜室 10 の外壁に配設されたコネクタ 18 a ~ 18 h とが配設されている。

さらに、各出力端子 17 a ~ 17 h と各コネクタ 18 a ~ 18 h とをそれぞれ接続する外部ケーブルとして、導体の周囲に絶縁体を有する代表的なケーブルである 8 本の同軸（外部）ケーブル 19 a ~ 19 h と、各給電点 15 a ~ 15 h と各コネクタ 18 a ~ 18 h とを真空製膜室 10 の内部でそれぞれ接続する 8 本の真空（内部）ケーブル 20 a ~ 20 h とを備える。

【0028】

ここで、電力分配器 17 A は、高周波電源 21 a の出力する高周波電力を均等に給電点 15 a ~ 15 h へ分配するための分配器として備えられている。この電力分配器 17 A の入力端子は、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器 17 A と高周波電源 21 a との間のインピーダンス整合を調整するためのマッチングボックス 22 a を介して、高周波電源 21 a へ接続されている。

【0029】

同様に、給電点 16 a ~ 16 h には、真空製膜室 10 の外部に配置された電力分配器 17 B の出力端子 17 i ~ 17 p と真空製膜室 10 の外壁に配設されたコネクタ 23 a ~ 23 h とが配設されている。各出力端子 17 i ~ 17 p と各コネクタ 23 a ~ 23 h とは、8 本の同軸ケーブル 24 a ~ 24 h でそれぞれ接続され、各給電点 16 a ~ 16 h とコネクタ 23 a ~ 23 h とは、8 本の真空ケーブル 25 a ~ 25 h によってそれぞれ接続されている。また、電力分配器 17 B の入力端子は、マッチングボックス 22 b を介して、高周波電源 21 b へ接続されている。

【0030】

ここで電力分配器 17 B は、電力分配器 17 A と同様に、高周波電源 21 b の出力する高周波電力を均等に給電点 16 a ~ 16 h へ分配するための分配器であ

る。また、マッチングボックス 22 b は、マッチングボックス 22 a と同様に、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器 17 B と高周波電源 21 b との間のインピーダンス整合を調整するために用いられる。

上述のラダー電極 11 と、同軸ケーブル 19 a ～ 19 h 及び 24 a ～ 24 h と、真空ケーブル 20 a ～ 20 h 及び 25 a ～ 25 h と、電力分配器 17 A、17 B と、高周波電源 21 a、21 b と、マッチングボックス 22 a、22 b とは、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の高周波電力給電回路 26 を構成している。

【0031】

図 2 に示す同軸ケーブル 19 a ～ 19 h 及び 24 a ～ 24 h は、一方向に延伸する心線（導体）27 と、心線 27 を連続して覆う絶縁体 28 と、さらに絶縁体 28 を連続して覆う金属網 29 と、これらを最外周から連続して覆う被覆 30 とから構成されている。

【0032】

図 3 に示す真空ケーブル 20 a ～ 20 h 及び 25 a ～ 25 h は、一方向に延伸する撚り線状の心線 31 と、心線 31 の表面を隙間なきように互いに隣接して覆う複数個からなる碍子 32 と、これらを最外周から連続して覆う金属網 33 とから構成されている。

【0033】

このような構成により、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、真空状態にした真空製膜室 10 内に、ガス供給管 13 から例えばアモルファスシリコンを含む製膜用ガスを導入すると共に、例えば、周波数 60.0 MHz の高周波（VHF）電力が、高周波電源 21 a からマッチングボックス 22 a と電力分配器 17 A とを介して均等に給電点 15 a ～ 15 h へ分配され、ラダー電極 11 へ給電される。

【0034】

一方、高周波電源 21 b から位相が異なる周波数 60.0 MHz の高周波（VHF）電力がマッチングボックス 22 b と電力分配器 17 B とを介して均等に給電点 16 a ～ 16 h へ分配され、ラダー電極 11 へ給電される。この時、高周

波電源 21 a 及び高周波電源 21 b から供給される全電力は、例えば 3000 W となるように調整される。

【0035】

そして、上記の状態で 10 分間程度、ラダー電極 11 と基板 12 との間にプラズマを発生させると、プラズマ中でアモルファスシリコンを含む製膜用ガスが分解され、ガス排気管 14 からプラズマによる分解後のガスを排気しながら、基板 12 の表面に希望のアモルファスシリコンの結晶が生成される。また、この時、周波数が同一で一方の高周波電力の位相を基準として、他方の高周波電力の位相を一定の周波数をもって変化させた 2 つの高周波電力をラダー電極 11 に供給することにより、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極 11 上の定在波の発生を抑制し、電圧分布を均一化することによって給電方向の膜厚分布の均一化が促進される。

【0036】

次に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置において、上述のように物質を基板 12 に蒸着させる際に、同軸ケーブル 19 a ～ 19 h 及び 24 a ～ 24 h によって膜厚分布を均一化するプラズマ化学蒸着方法について説明する。

【0037】

同軸ケーブル 19 a ～ 19 h 及び 24 a ～ 24 h は、絶縁体 28 の材質として従来の J I S - C - 3 5 0 1 により規格化されたポリエチレンとは異なり、ポリテトラフルオロエチレンを使用して、絶縁特性、寸法特性、及び操作性を向上させている。

また、真空ケーブル 20 a ～ 20 h 及び 25 a ～ 25 h は、撚り線状の心線 31 が延在する方向に所定の長さ寸法を有する複数個のアルミナから形成された碍子 32 が、心線 31 の表面を連続的に隙間のないよう配設されて構成されている。

上記各ケーブルは、それぞれ一定の寸法をもって真空製膜室 10 に配設されている。

【0038】

一般に、絶縁体の比誘電率を ϵ 、比透磁率を μ 、光速度を c 、高周波電力の周

波数を f とするとケーブルを伝送する高周波電力の波長 λ は、下記 (1) 式により求めることができる。

【0039】

【数1】

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \cdot \frac{c}{f} \dots\dots (1)$$

【0040】

これによると、本実施の形態で使用される同軸ケーブル 19 a ~ 19 h 及び 24 a ~ 24 h では、伝送される高周波電力の波長は 3.45 m となることから、1 波長分のずれを 360° の位相差と換算すると、ケーブル長が 1 cm 異なると 1.04° 位相がずれることとなる。

【0041】

一方、本実施の形態で使用される真空ケーブル 20 a ~ 20 h 及び 25 a ~ 25 h では、伝送される高周波電力の波長は 1.66 m となることから、上述と同様の換算によれば、ケーブル長が 1 cm 異なると 2.17° 位相がずれることとなる。

【0042】

従って、ケーブル長の差が位相差に与える影響が小さいために位相差の微調整が可能となる同軸ケーブル 19 a ~ 19 h 及び 24 a ~ 24 h の長さ寸法を変更することによって高周波電力の位相が調整される。すなわち、大気ケーブルの方が真空ケーブルに比べて、1 cm 当たりの位相ずれが小さいので、位相の微調整がしやすい。

【0043】

そこで、まず基準長さを有する同軸ケーブル 19 a ~ 19 h 及び 24 a ~ 24 h、真空ケーブル 20 a ~ 20 h 及び 25 a ~ 25 h を配設し、実際に高周波電力を供給して基板 12 上に製膜させた後、膜厚等の蒸着状態を観察する。

観察結果に基づいて、調整すべき基板 12 上の箇所に対応する電極及び給電点に連通する同軸ケーブルの全長を変化させて再び配設し、先の操作と同様の高周波電力を供給して製膜させる。

【0044】

上記操作を繰り返すことによって、基板上の製膜分布を均一化する。

例えば、同軸ケーブル 19 b、19 c、19 f、19 g の全長を他のケーブルよりも 100 mm 延長した場合（位相では約 11° の遅れに相当）、製膜速度が 10%～40% の範囲で変化して、膜厚分布の偏差が $\pm 43.8\%$ から $\pm 39.6\%$ に改善される。

【0045】

上記の方法によれば、基板上の製膜分布に基づく所定の外部ケーブルの長さ寸法を操作することによって、複数の給電点間に生じる高周波電力の位相差の発生を抑えて膜厚の分布特性を均一化する方法が提供できる。

【0046】

なお、調整すべき同軸ケーブルの長さそのものは変化させずに、該当する同軸ケーブルが接続されているコネクタ 18 a～18 h 及び 23 a～23 h、出力端子 17 a～17 p の何れか部分に各 1 以上の同様のコネクタを追加挿入しても、同軸ケーブルの長さ寸法を変化させることと同様の作用・効果を得ることができる。

【0047】

また、(1) 式から、同軸ケーブルの絶縁体の比誘電率を例えば 4 倍に変更することによって、ケーブルを伝送される高周波電力の波長が $1/2$ 倍となることから、同軸ケーブルの長さ寸法を変化させなくても、伝送する高周波電力の波長が変化する。よって、ケーブル長 1 cm あたりに相当する位相差も $1/2$ 倍となることから、互いに異なる比誘電率を有する同軸ケーブルを配設することによっても、複数の給電点間に生じる電気的特性のばらつきを抑制することができ、上述と同様に膜厚の分布特性を均一化する方法が提供できる。

【0048】

さらに、上記の高周波電力の波形は、三角波であっても、正弦波等であっても

構わない。

【0049】

【発明の効果】

以上説明した本発明のプラズマ化学蒸着方法においては以下の効果を奏する。

請求項1記載の発明は、外部ケーブルの電気的特性を変化させることによって、複数の給電点に給電される高周波電力間の位相差の発生を抑えることができ、発生するプラズマの電圧分布が均一化されて、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0050】

請求項2記載の発明は、位相を変化させるべき該当ケーブル及びその電気的特性パラメータが特定できるので、複数の給電点に給電される高周波電力間の位相差の発生を抑えることができ、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0051】

請求項3記載の発明は、外部ケーブルの長さ寸法を調整することによって、各外部ケーブルを伝送する高周波電力の波長に対応した位相を変更・調整することができ、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0052】

請求項4記載の発明は、外部ケーブルの長さ寸法の調整を1以上のコネクタの挿入個数を変更することによって行うため、ケーブル自身の長さ寸法を変更させるよりも調整作業が容易に実施できる。

【0053】

請求項5記載の発明は、外部ケーブルが備える絶縁体の材質を調整することによって、ケーブルを伝送する高周波電力の波長が変更可能となり、この波長に対応した位相を変更・調整することができ、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0054】

請求項6記載の発明は、外部ケーブルの絶縁特性、寸法特性、及び操作性が向上して、ケーブルを伝送する高周波電力の位相変更・調整が容易となって、基板

上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0055】

請求項7記載の発明は、外部ケーブルの操作によって、放電電極に給電される高周波電力の波長に対応した位相を変更・調整することができ、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【0056】

請求項8記載の発明は、外部ケーブルの調整によって、放電電極に給電される高周波電力の波長、位相を変更・調整することができ、基板上に生成される薄膜の膜厚分布を均一化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態を実現するプラズマ化学蒸着装置の主要部を示すブロック図である。

【図2】 本発明の一実施形態を実現するプラズマ化学蒸着装置に配設される外部ケーブルの構成図である。

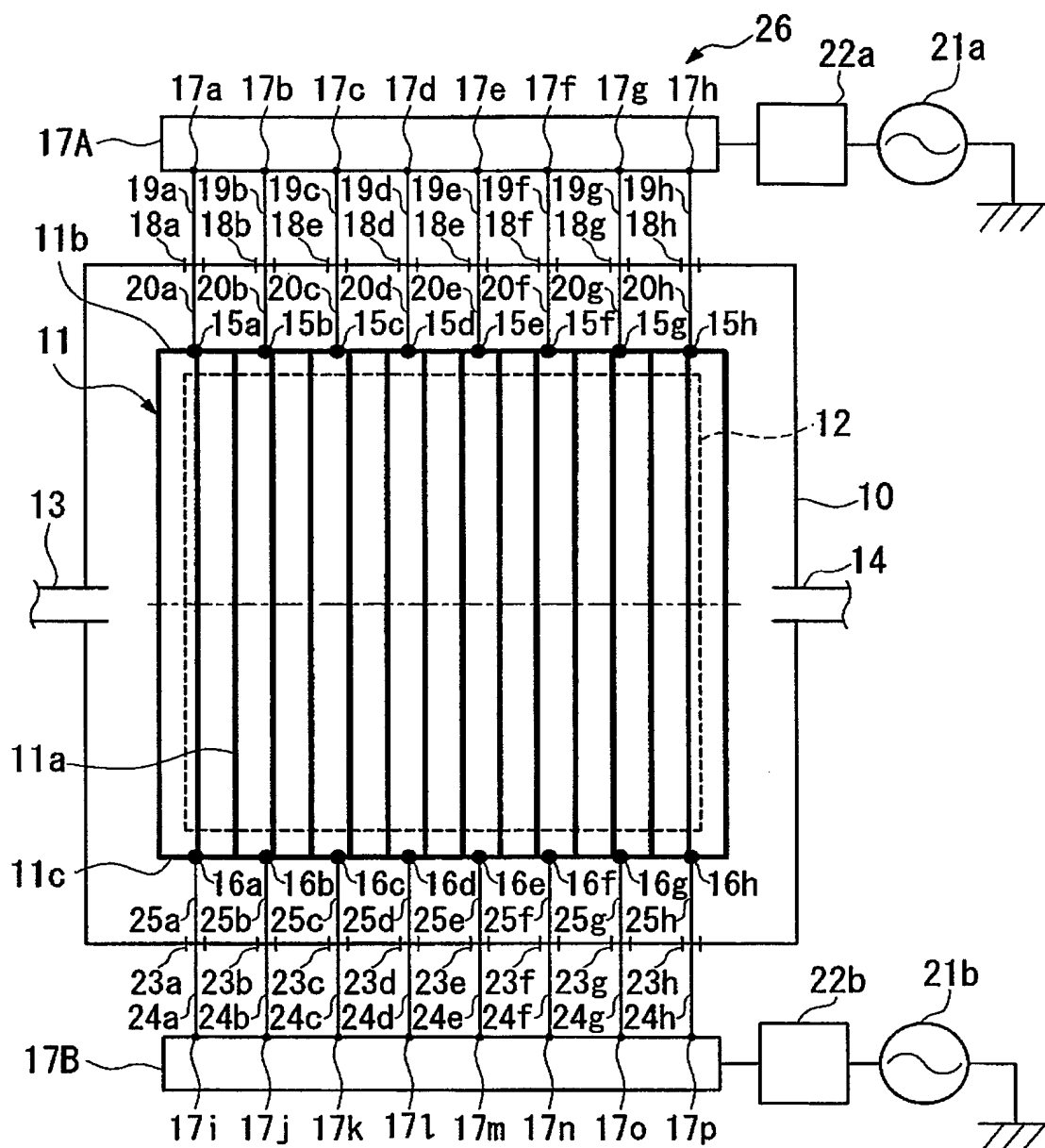
【図3】 本発明の一実施形態を実現するプラズマ化学蒸着装置に配設される内部ケーブルの構成図である。

【符号の説明】

- 10 真空製膜室
- 11 ラダー電極（放電電極）
- 12 基板
- 18a～18h、23a～23h コネクタ
- 19a～19h、24a～24h 同軸ケーブル（外部ケーブル）
- 20a～20h、25a～25h 真空ケーブル（内部ケーブル）
- 26 心線（導体）
- 27 絶縁体

【書類名】 図面

【図 1】



10 ;真空製膜室

11 ;ラター電極(放電電極)

11a;縦方向電極(放電電極)

11b, 11c;横方向電極(放電電極)

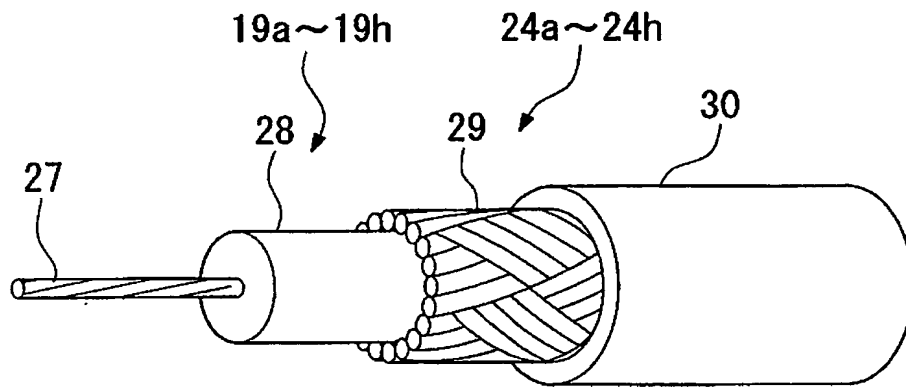
12 ;基板

19a~19h, 24a~24h;同軸ケーブル(外部ケーブル)

20a~20h, 25a~25h;真空ケーブル(内部ケーブル)

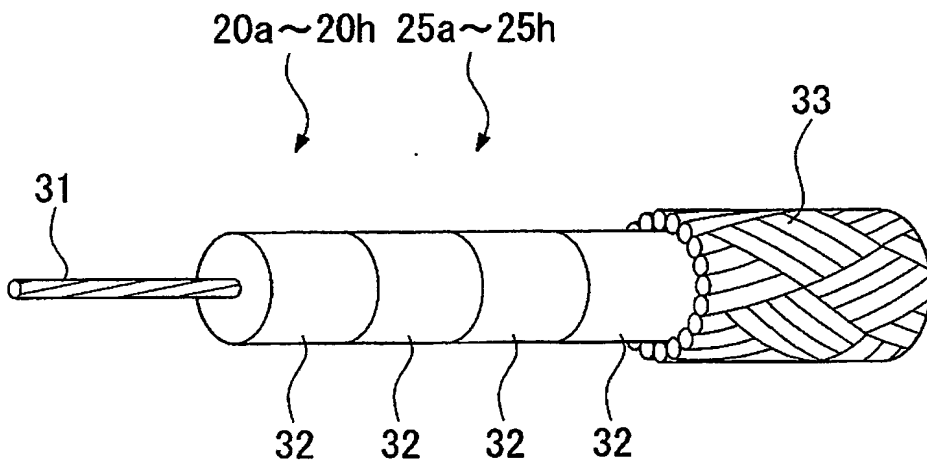
26 ;高周波電力給電回路

【図 2】



27; 心線(導体)
28; 絶縁体

【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高周波電力を伝送するケーブルの電気的特性を操作することによって、高周波電力間の位相差の発生を抑えて、膜厚の分布特性を均一化する方法を提供すること。

【解決手段】 基準長さを有する同軸ケーブル 19 a～19 h 及び 24 a～24 h、真空ケーブル 20 a～20 h 及び 25 a～25 h を配設し、実際に高周波電力を供給して基板上に製膜させた後、膜厚等の蒸着状態を観察する。

観察結果に基づいて、調整すべき基板上の箇所に対応する電極及び給電点に連通する同軸ケーブルの全長を変化させて再び配設し、先の操作と同様の高周波電力を供給して製膜させる。上記操作を繰り返すことによって、基板上の製膜分布を均一化する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-317539
受付番号	50201649467
書類名	特許願
担当官	松野 邦昭 2209
作成日	平成14年11月11日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000006208
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
【氏名又は名称】	三菱重工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100112737
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	藤田 考晴
----------	-------

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	志賀 正武
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	高橋 詔男
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	青山 正和
----------	-------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 7 5 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 0 8]

- | | |
|----------|-------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号 |
| 氏 名 | 三菱重工業株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 5 月 6 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 |
| 氏 名 | 三菱重工業株式会社 |